

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE MÉDECINE

N 115

Travail de la Clinique des Maladies des Voies urinaires de l'Hôpital
Général et du Laboratoire de Physique biologique de la Faculté de
Médecine.

LES
COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE
EN UROLOGIE

LEUR UTILISATION POUR LA DESTRUCTION DES TUMEURS
DE LA VESSIE

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Médecine de Montpellier

Le 12 Juillet 1921

PAR

Jacques COULAZOU

Né à Montpellier, le 10 Novembre 1893.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Examineurs de la Thèse	{	JEANBRAU, professeur, <i>Président</i> .	{	<i>Assesseurs</i>
		FORGUE, professeur.		
		PECH, agrégé		

MONTPELLIER

IMPRIMERIE FIRMIN ET MONTANE
RUE FERDINAND-FABRE ET QUAI DU VERDANSON

1921

LES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE EN UROLOGIE

LEUR UTILISATION POUR LA DESTRUCTION DES TUMEURS
DE LA VESSIE

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

FACULTÉ DE MÉDECINE

N° 115

Travail de la Clinique des Maladies des Voies urinaires de l'Hôpital
Général et du Laboratoire de Physique biologique de la Faculté de
Médecine.

LES
COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE
EN UROLOGIE

LEUR UTILISATION POUR LA DESTRUCTION DES TUMEURS
DE LA VESSIE

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant la Faculté de Médecine de Montpellier

Le 12 Juillet 1921

PAR

Jacques COULAZOU

Né à Montpellier, le 10 Novembre 1893.

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Examineurs
de la Thèse

{ JEANBRAU, professeur, *Président*.
FORGUE, professeur.
PECH, agrégé.

{ *Assesseurs*

MONTPELLIER

IMPRIMERIE FIRMIN ET MONTANE
RUE FERDINAND-FABRÉ ET QUAI DU VERDANSON

1921



PERSONNEL DE LA FACULTE

Professeurs

Anatomie	MM. GILIS.
Histologie	VIALLETON.
Physiologie	GRYNFELT.
Physique médicale	HEDON.
Chimie biologique et médicale	IMBERT.
Botanique et histoire naturelle médicales	DERRIEN, <i>doyen</i> .
Anatomie pathologique	GRANEL.
Microbiologie	MASSABUAU.
Pathologie et thérapeutique générales	LISBONNE
Pathologie interne	BOSC.
Thérapeutique et matière médicale	N...
Hygiène	VIRE.
Médecine légale et toxicologie	BERTIN-SANS (H.)
Clinique médicale	N...
	DUCAMP.
	VEDEL.
Clinique chirurgicale	TEDENAT.
Clinique obstétricale	FORGUE, <i>assesseur</i> .
Clinique des maladies mentales et nerveuses	VALLOIS.
Clinique ophtalmologique	MAIRET.
Clinique des maladies des enfants	TRUC.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	BAUMEL.
Clinique gynécologique	ESTOR.
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	DE ROUVILLE.
Clinique des maladies des voies urinaires	MOURET.
	JEANBRAU.

Honorariat

Doyens honoraires: MM. VIALLETON et MAIRET.

Professeurs honoraires: MM. E. BERTIN-SANS et RODET

Secrétaires honoraires: MM. GOT et IZARD

Chargés de Cours complémentaires

Clinique propédeutique de chirurgie	MM. RICHE.
Clinique propédeutique de médecine	RIMBAUD.
Clinique des maladies des vieillards	EUZIERE.
Clinique des maladies syphilitiques et cutanées	MARGAROT
Médecine opératoire	SOUBEYRAN.
Pathologie chirurgicale	ETIENNE.
Accouchements	DELMAS (P.).
Pharmacologie	GALAVIELLE.
Matière médicale	CABANNES.
Stomatologie	WATON.

Agrégés en exercice

Médecine	MM. LEENHARDT.	Chirurgie	MM. RICHE.
	GAUSSEL.		ETIENNE.
	EUZIERE.		LAPEYRE.
	RIMBAUD.		DELMAS (P.)
Anatomie	MARGAROT.	Histoire natur.	GALAVIELLE.
	DELMAS (J.)		CABANNES.
Chimie	MESTREZAT	Physique	PECH.

Examineurs de la thèse:

MM. JEANBRAU, profes., *Président*. | MM. PECH, agrégé.
FORGUE, professeur.

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions émises dans les dissertations qui sont présentées doivent être considérées comme propres à leur auteur et qu'elle n'entend leur donner ni approbation, ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

JEAN COULAZOU

DOCTEUR EN DROIT

AVOCAT A LA COUR D'APPEL DE MONTPELLIER

CHEVALIER DE L'ORDRE DE SAINT GRÉGOIRE LE GRAND

A MA MÈRE

A MON FRÈRE LOUIS COULAZOU

DOCTEUR EN DROIT

AVOCAT

A LA MÉMOIRE DE MON FRÈRE

ÉMILIEN COULAZOU

AVOCAT

MÉDAILLE MILITAIRE, CROIX DE GUERRE

MORT POUR LA FRANCE

A MES SŒURS ET A MA BELLE-SŒUR

A MON ONCLE MONSIEUR F. LAMBERT

DIRECTEUR DE LA STATION SÉRICICOLE DE MONTPELLIER

J. COULAZOU.

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THESE
MONSIEUR LE PROFESSEUR JEANBRAU

CHIRURGIEN EN CHEF DE LA CLINIQUE DES MALADIES DES VOIES URINAIRES
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
CROIX DE GUERRE

A MON MAITRE
MONSIEUR LE DOCTEUR PAUL ERTZBISCHOFF

ANCIEN CHEF DE CLINIQUE DE PARIS, A L'HOPITAL NECKER
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

J. COULAZOU.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR FORGUE

PROFESSEUR DE CLINIQUE CHIRURGICALE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DE MONTPELLIER

MEMBRE CORRESPONDANT DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

A MONSIEUR LE PROFESSEUR-AGRÉGÉ PECH

A TOUS MES MAITRES

DE LA

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DES HOPITAUX
DE MONTPELLIER

A TOUS MES PARENTS ET AMIS

J. COULAZOU.

AVANT-PROPOS

A la veille du jour qui doit marquer le terme de notre vie d'étudiant, c'est avec émotion que nous nous rappelons la crainte respectueuse et la timidité dont nous étions saisi en franchissant, pour la première fois, le seuil de la Clinique d'Urologie, guidé par Monsieur le docteur Caravillie.

Mais là un accueil si bienveillant nous était réservé, que nous fûmes immédiatement rassuré. Et nous devons dire en toute vérité que les meilleurs souvenirs de notre scolarité médicale se rapportent au temps passé dans le service de l'Hôpital Général.

Grâce à l'affectueuse obligeance de notre Maître, Monsieur le professeur Jeanbrau, nous pourrions continuer à venir écouter son enseignement si vivant. Désireux de devenir un élève digne d'un tel Maître, nous nous efforçons de suivre scrupuleusement les conseils qu'il voudra bien encore nous donner et qu'il nous a toujours prodigués avec une inlassable bienveillance: sans doute ce sera là le moyen de lui témoigner notre profonde reconnaissance.

Monsieur le professeur Jeanbrau nous en voudrait de ne pas remercier ici ceux qui, pendant son séjour aux armées, le remplacèrent à la tête du Centre d'Urologie de la XVI^e région. Monsieur le professeur agrégé Cherassu, chirurgien des hôpitaux de Paris, nous agréa comme jeune externe. Monsieur le docteur Oraison, ancien chef de clinique à la Faculté de Bordeaux, prit ensuite la direction du Service et, pour nous marquer son amicale estime, nous

confia les fonctions d'interne. C'est avec Monsieur le docteur Paul Ertzbischoff, ancien chef de clinique à la Faculté de Paris, à l'Hôpital Necker, que nous eûmes la bonne fortune de passer de longs mois, associé si intimément à ses travaux qu'il daigna nous honorer de sa précieuse amitié. Tous furent pour nous des maîtres sûrs : qu'ils soient assurés de notre vive gratitude pour l'enseignement qu'ils nous ont donné et pour l'honorable amitié qu'ils veulent bien nous témoigner.

A Monsieur le professeur Forgeue, qui a bien voulu nous réserver, tant dans son service que dans sa clinique privée, l'accueil le plus bienveillant, nous adressons l'hommage de notre reconnaissance et nos respectueux remerciements pour l'honneur qu'il nous fait aujourd'hui de siéger dans notre jury.

A Monsieur le professeur agrégé Pech, dont les conseils éclairés qu'il a bien voulu nous prodiguer nous ont permis de mener à bonne fin ce travail, nous adressons nos sentiments de profonde gratitude.

Il nous est un doux devoir d'adresser également nos remerciements à tous nos Maîtres de la Faculté et des Hôpitaux de Montpellier ; en particulier à Monsieur le professeur Bosc, pour sa paternelle sollicitude à notre égard, à Messieurs les professeurs Gilis, Granel, Grynfeldt, Lisbonne, Galavielle, Etienne, en les assurant de notre vive reconnaissance.

Notre camarade et ami J. Bardon, aide préparateur de physique à la Faculté de Médecine, a droit lui aussi à notre reconnaissance pour son amicale collaboration.

Que nos amis de la Clinique d'Urologie, Messieurs les docteurs Jourdan, Aublant, Bourgoing, Bonnet, notre sympathique chef de laboratoire, M. Paul Cristol, et tous nos camarades d'études, soient assurés de la fidélité de notre souvenir.

LES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE EN UROLOGIE

LEUR UTILISATION POUR LA DESTRUCTION DES TUMEURS
DE LA VESSIE

INTRODUCTION

Sur les conseils de mon maître, M. le professeur Jeanbrau, j'ai étudié dans ce modeste travail le mode d'action des courants de haute fréquence appliqués dans les conditions spéciales à l'urologie.

Depuis 1910, Beer (de New-York) a imaginé de détruire les polypes vésicaux par les voies naturelles, à l'aide des courants de haute fréquence sous le contrôle de la vue, grâce au cystoscope urétéral. L'acte thérapeutique est ainsi réduit au minimum, puisqu'il évite la taille et dispense de l'anesthésie. Or, la fréquence de la récurrence des tumeurs vésicales donne à cette méthode une importance pratique considérable.

En 1911, Heitz-Boyer et Cottenot firent connaître en France ce nouveau moyen thérapeutique dans une communication au *Congrès de l'Association française d'Urologie*. Ces auteurs, désireux de perfectionner la méthode, proposèrent dès ce moment d'utiliser les courants de

haute fréquence sous forme d'étincelles à distance, au lieu de détruire la tumeur, comme le faisait Beer, avec des électrodes terminés en pointe fine enfoncées dans le néoplasme.

Dès ce moment, deux techniques étaient en présence que l'on peut résumer de la manière suivante: 1° la méthode de Beer, qui consiste à supprimer les polypes par « destruction ignée électrique », s'il nous est permis d'employer cette expression, qui ne préjuge en rien du mode d'action spécial aux courants de haute fréquence; 2° la méthode d'Heitz-Boyer et Cottenot, qui consiste à faire agir les étincelles sans que l'électrode touche la tumeur: il en résulterait, d'après ces auteurs, une action presque exclusivement mécanique, une action « disruptive », qui pulvérise les cellules sans les carboniser.

Pour mieux comprendre ces données, il est nécessaire de rappeler brièvement en quoi consistent les courants de haute fréquence et leur action sur les tissus vivants.

Les courants de haute fréquence sont des courants alternatifs qui diffèrent des courants des secteurs urbains d'éclairage par le nombre de leurs périodes. Les courants alternatifs qui servent à l'éclairage environ de 50 à 60 périodes par seconde. Pour cette raison, on les dénomme courants de *basse fréquence*.

Grâce à un dispositif spécial, imaginé par Tesla en 1892, on obtient des fréquences qui peuvent aller de 500.000 périodes-seconde à 3 millions p. s. (Fersenden), 450 millions p. s. (Hertz), et même 100 milliards p. s. (Righi):

Quelle est l'action des courants de haute fréquence sur les tissus?

En tant que courants alternatifs, ils ne produisent pas d'électrolyse.

En tant que courants de haute fréquence, à partir de

10.000 périodes-seconde, comme l'a découvert le professeur d'Arsonval en 1896, ils n'impressionnent plus nos nerfs ni nos muscles. A partir de ce taux, ils deviennent absolument *inoffensifs*, sous réserves des effets calorifiques.

« C'est ainsi, écrit M. Lermoyez, qu'à la haute fréquence de 3 à 4 millions d'oscillations par seconde, le corps humain peut supporter un courant électrique extrêmement fort (50.000 volts dans les expériences de Tesla), qui l'électrocuterait immédiatement si sa fréquence tombait à une valeur très basse ».

Ainsi donc, les courants de haute fréquence ne produisent pas d'action électrolytique dans les tissus. De plus, ils ne déterminent pas d'excitation nerveuse ou musculaire. Mais, en traversant le corps humain, ils se transforment en énergie calorifique. La chaleur qui en résulte est donc d'origine *endogène*, puisqu'elle se développe, comme dans la fièvre, au sein des tissus, contrairement à la chaleur d'origine *exogène*, par exemple, qui est abandonnée à l'organisme par une bouillotte, un cataplasme appliqué sur le corps.

La chaleur développée par les courants de haute fréquence dépend en grandeur, selon la loi de Joule, de leur résistance ohmique et du carré de l'intensité du courant (Zimmern).

En urologie, pour la destruction des tumeurs, on a utilisé les effets calorifiques du courant de haute fréquence.

Je ne peux mieux faire que de citer le passage de l'article de M. le professeur Jeanbrau sur le traitement des tumeurs de la vessie, dans la 3^e édition du *Précis de Pathologie Chirurgicale*, pour résumer en quelques lignes ce qu'on entend par diathermie, électro-coagulation de Doyen, étincelage d'Heitz-Boyer.

« Lorsque deux larges électrodes circulaires sont appliquées en deux régions opposées du corps, le courant détermine dans le cylindre de tissus dont les électrodes sont les bases, une élévation de température, sans destruction ignée, sauf en cas de très forte intensité: ce phénomène porte le nom de *diathermie*.

» Si l'une des électrodes est large et l'autre très petite, presque punctiforme, la densité du courant au niveau de cette dernière déterminera un échauffement pouvant aller jusqu'à 600 à 800°, d'où coagulation des albumines et carbonisation des tissus: c'est l'*électro-coagulation*.

» L'électro-coagulation n'est donc qu'un mode d'application de la diathermie. Elle diffère de la cautérisation par le galvano ou le thermo en ce que ces derniers grillent les tissus qu'ils touchent, sans échauffer les tissus sous-jacents (refroidis à 37° par le sang circulant) et, partant, sans les modifier. L'escarre tombe peu après, laissant une surface à vif, douloureuse et longue à cicatriser.

» L'électro-coagulation, au contraire, se produit au niveau d'une électrode froide; elle représente l'effet maximum d'une série dégressive de modifications qui vont de la volatilisation au contact de l'électrode, se continuent par la carbonisation, puis par la coagulation de moins en moins marquée des protoplasmas cellulaires. Par suite de cette transition insensible dans l'action du courant, les réactions inflammatoires consécutives sont à peu près nulles et quand l'escarre tombe, la réparation sous-jacente est faite. D'où l'absence d'hémorragies secondaires et l'indolence de la partie fulgurée, puisqu'il n'y a pas de surface à vif, comme après la chute d'une escarre par le galvano.

» Aux effets de carbonisation produits par l'électro-coagulation au contact, effets difficiles à contrôler et non

exempts de dangers, Heitz-Boyer préfère l'*étincelage*. L'éclatement des étincelles dans le liquide vésical détermine une action mécanique « disruptive » qui disloque, pulvérise les cellules sans les carboniser. Heitz-Boyer a fait construire un appareil générateur de courants de haute fréquence qui permet d'obtenir facilement toute une gamme d'étincelles carbonisantes, chaudes, demi-chaudes et froides, de façon à obtenir à volonté des effets thermiques et mécaniques en progression décroissante. Heitz-Boyer commence par faire agir l'électro-coagulation sur la tumeur, qui diminue instantanément des trois quarts et dont il sectionne le pédicule par le même moyen. Il utilise ensuite les étincelles froides pour pénétrer dans la paroi vésicale et y détruire la racine du pédicule, surtout en cas de proximité de l'orifice urétéral ».

Au cours de ce travail, nous nous sommes préoccupé de montrer les différences existant entre les deux méthodes proposées: 1^o application directe, méthode de Beer; 2^o étincelage, méthode d'Heitz-Boyer et Cottenot.

Dans ce but, nous avons, sous la direction de M. le professeur agrégé Pech, et grâce à la collaboration et l'ingéniosité de son préparateur, M. Bardon, réalisé quelques expériences de laboratoire qui montrent les conditions physiques dans lesquelles agissent *in vivo* les divers modes d'application des courants de haute fréquence utilisés dans la pratique urologique. Nous avons tenté d'élucider en particulier quelles sont les vraies causes des effets disruptifs, constatés par MM. Heitz-Boyer et Cottenot, en procédant dans l'eau distillée à l'étincelage de tumeurs. Nous avons enfin essayé de montrer pourquoi l'application des courants de haute fréquence doit toujours être bipolaire.

CHAPITRE PREMIER

MODÈS D'APPLICATION DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE EN UROLOGIE

C'est surtout dans le cas de tumeurs de la vessie que l'on utilise les courants de haute fréquence en urologie. L'application du courant de haute fréquence peut être précédée d'un acte opératoire: l'ouverture de la vessie par taille hypogastrique; ou bien, et c'est alors que la méthode trouve tous ses avantages et toutes ses indications, le traitement est endovésical. On fait agir le courant par les voies naturelles au moyen de cystoscope à cathétérisme et d'électrodes appropriées. Que l'application se fasse à ciel ouvert ou dans la cavité close de la vessie distendue par de l'air ou de l'eau, l'on se sert toujours de la méthode bipolaire.

Dans l'un et l'autre cas, on peut avoir recours à deux techniques différentes: la *technique de Doyen-Beer: application directe*, ou la *technique d'Heitz-Boyer et Cottet: l'étincelage*.

I. — Méthode de Doyen-Beer

A vessie ouverte ou par les voies naturelles, la méthode de Doyen-Beer est identique, car l'électrode est mise au contact de la tumeur. On évite la production d'étincelles par la juxtaposition immédiate de l'électrode aux tissus

néoplasiques et même par sa pénétration à l'intérieur des tumeurs villeuses et frangées. « L'électrode et la tumeur constituent alors une sorte de conducteur continu, parcouru librement par le courant, mais formé de deux parties: l'une métallique bonne conductrice, l'autre organique très résistante ». Et, ajoute M. Heitz-Boyer, définissant très bien cette méthode: « Dans ces conditions, les actions thermiques sont tellement dominantes, qu'on peut les considérer comme entrant seules en jeu ».

Telle est la technique de Beer, application directe, *électro-coagulation*, encore appelée *thermo-pénétration*. Pour la bien comprendre, il faut ajouter que l'auteur utilise un courant de haute fréquence de faible voltage et d'ampérage élevé, se servant du résonnateur d'Oudin pour obtenir seulement une tension minimum.

II. — Méthode de Heitz-Boyer et Cottenot

Dans la méthode de MM. Heitz-Boyer et Cottenot, on fait agir le courant de haute fréquence au moyen d'étincelles, en maintenant l'électrode active à distance des tissus. Le courant ne passe donc plus de l'électrode directement dans la tumeur comme dans un conducteur continu de résistance inégale; il est obligé de traverser un intermédiaire: colonne gazeuse, si l'on opère dans l'air, colonne liquide si l'on opère dans l'eau. Ce nouveau conducteur interposé s'échauffe en empruntant au courant une certaine quantité d'énergie qu'il transforme en chaleur.

Il convient de montrer la différence qui sépare la méthode de M. Heitz-Boyer de la *fulguration* de Keating-Hart. Ce dernier auteur utilise, comme Beer, un courant de faible tension et de forte intensité. La température des

étincelles peut être évaluée de 1.500 à 2.000 degrés; en aucune manière la perte de calories utilisées à échauffer la petite colonne gazeuse ou liquide n'empêche pas le courant de carboniser les tissus, aussi bien que dans le procédé de Beer. Au contraire, MM. Heitz-Boyer et Cottenot agissent sur les tumeurs à distance, utilisant ce qu'ils appellent « l'action disruptive » d'étincelles produites par un courant de haute tension et de faible intensité. Ce courant est fourni par un appareil très facilement maniable construit par M. Beaudoin, sur les indications de M. Heitz-Boyer.

Tels sont les deux modes d'application des courants de haute fréquence en urologie, dont nous allons étudier les effets physiques sur les tissus.

CHAPITRE II

ETUDE DES EFFETS PHYSIQUES DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE SUR LES TISSUS

Nous avons vu qu'il y avait deux méthodes d'application des courants de haute fréquence: A. l'*application directe* et B. l'*étincelage*, et deux modes différents d'étincelage: 1° l'étincelage dans l'air et 2° l'étincelage dans l'eau. Nous allons successivement étudier les effets physiques obtenus sur les tissus dans ces divers modes d'application, en employant toujours la méthode bipolaire.

A. — *Application directe de l'électrode sur les tissus*

Si l'on fait l'application directe de l'électrode sur les tissus, l'ensemble des deux électrodes, active et indifférente, et des tissus interposés constitue un circuit fermé. Envisageons ce qui se passe dans la partie de ce circuit formé par les tissus. Dans ce conducteur organique possédant une grande résistance ohmique, il se développera une quantité de chaleur proportionnelle à cette résistance et au carré de l'intensité du courant: simple effet Joule.

Analysons les phénomènes de plus près. Si nos électrodes étaient de même grandeur, il se produirait une zone cylindrique, où la chaleur serait la plus intense et dont les électrodes constitueraient les bases. Comme nous em-

ployons des électrodes d'inégale surface, au contact de la petite électrode, dite active, la surface étant minime, la densité du courant est très grande; l'élévation de température atteindra le maximum. Et du côté seulement de cette petite électrode se produira l'élévation de température frappant une zone de tissus ayant la forme d'un petit cône à base dirigée vers l'électrode indifférente opposée. Cette électrode indifférente doit être suffisamment large, alors la zone des tissus dont la température sera élevée, répondra sensiblement à la forme d'une demi-sphère. Phénomène très intéressant, car la simple inspection de l'aréole superficielle de tissu mortifié suffira à juger de la profondeur de la mortification cellulaire. Voici, en passant, un des avantages de la méthode bipolaire.

La densité du courant va donc décroissant en surface et en profondeur du fait de la diffusion du courant dans la masse des tissus. L'effet produit peut varier de la congestion passagère à la carbonisation.

On voit très bien que dans ce procédé l'intensité des phénomènes sur un tissu homogène donné n'est liée qu'à l'intensité du courant et à la durée de son passage.

B. — *Etincelage*

1° **ETINCELAGE DANS L'AIR.** — L'interposition d'un nouveau milieu sur le trajet du courant diminue l'intensité des phénomènes obtenus; toutes conditions égales d'ailleurs, l'effet obtenu sur les tissus sera moins marqué que si l'on utilise l'application directe.

En effet, l'intensité du courant dans un circuit varie en raison inverse de la résistance de ce circuit (loi d'Ohm). La couche d'air interposée entre l'électrode et les tissus,

comme nous l'avons présumé, oppose au passage du courant une résistance donnée. L'intensité du courant se trouve diminuée d'autant. Or, l'on sait que dans la production de chaleur par effet Joule, l'intensité intervient par son carré (I^2). Ainsi s'explique la diminution notable des effets calorifiques obtenus par l'étincelage.

2° ETINCELAGE DANS L'EAU. — Lorsque l'étincelle est produite dans l'eau, on observe :

- 1° Une diminution des phénomènes de coagulation ;
- 2° Un aspect particulier des tissus étincelés qui paraissent dilacérés et déchiquetés.

La diminution des phénomènes de coagulation s'explique aisément, comme dans le cas d'étincelage dans l'air, du fait de l'interposition de l'eau entre l'électrode et les tissus néoplasiques. L'eau non distillée contient toujours en dissolution des électrolytes en quantité plus ou moins notable, surtout si elle est injectée dans une vessie où les uretères déversent continuellement de l'urine riche en chlorures, particulièrement dans une vessie infectée, dont les parois sont tapissées de mucosités fibrineuses et où la tumeur à détruire laisse transsuder en abondance de la sérosité et du sang.

Cette eau, plus ou moins conductrice, va absorber une partie du courant électrique, souvent assez notable pour empêcher même la production de l'étincelle. Aussi M. Heitz-Boyer emploie-t-il de l'eau distillée, que l'opérateur est obligé de renouveler fréquemment lorsque l'opération est de longue durée.

Il est donc normal que la coagulation de la zone étincelée soit moins intense que dans l'air, puisque l'intensité du courant est diminuée par résistance du milieu peu conducteur interposé entre l'électrode et la zone à traiter.

Pour ce qui est de la dilacération des tissus, MM. Heitz-

Boyer, Cottenot et Oudin l'attribuent au pouvoir disruptif de l'étincelle. L'intensité de cet effet mécanique, spécifique de l'étincelle de haute tension, serait liée au potentiel même du courant. Aussi, pour donner la prédominance, dans la destruction des tumeurs de la vessie, à cet effet mécanique au détriment des phénomènes calorifiques, élèvent-ils considérablement la tension du courant employé, en diminuant son intensité au moyen du résonnateur d'Oudin, jusqu'à pouvoir négliger, disent-ils, les effets calorifiques de l'étincelle. Ne voyant que les effets mécaniques, ces auteurs ont pu proposer le terme d'*étincelles froides*, qui a soulevé de telles polémiques qu'ils ont dû l'abandonner.

Il n'en est pas moins vrai que voyant une relation de cause à effet entre l'élévation de la tension du courant et les phénomènes mécaniques disruptifs, provoquant la dilacération, l'éclatement des tumeurs, M. Heitz-Boyer, pour suivre l'utilisation d'un voltage très élevé, fut obligé de recourir à une instrumentation appropriée. Aucune électrode ne résistant à ces tensions, il en fit établir de spéciales, dont le volume doit être assez gros pour permettre un isolement suffisant.

Le cystoscope à cathétérisme ordinaire devient inutilisable. Il est forcé de faire construire un cystoscope spécial pour étincelage.

La méthode est arrivée actuellement à un tel perfectionnement que les résultats sont excellents. A cause même de l'enthousiasme que suscitent ces résultats, nous nous sommes efforcé d'étudier les phénomènes auxquels ils sont liés. A la suite d'une étude, que nous n'avons pu pousser aussi loin que nous l'aurions désiré, il nous a semblé que la technique de MM. Heitz-Boyer et Cottenot avait été compliquée inutilement en partant de l'idée que seule la

tension du courant règle l'intensité des effets de dilacération produits par l'étincelle.

Cet effet mécanique serait dû, selon nous, et nous allons essayer de le prouver par quelques expériences, au milieu liquide interposé entre l'électrode et les tissus; il serait produit par le brusque passage à l'état gazeux de la très mince couche d'eau traversée par l'étincelle et portée par celle-ci à une température et une tension de vapeur considérables.

CHAPITRE III

EXPÉRIMENTATION

Voici les expériences, sur lesquelles nous avons établi notre opinion, qui n'a certes pas la prétention de bouleverser les idées déjà admises, mais de préciser jusqu'à un certain point le mécanisme de la production du phénomène, si intéressant dans ses résultats, que l'on a appelé « l'action disruptive de l'étincelle de haute fréquence ».

Nous ne saurions mieux faire pour exposer cette question que d'emprunter à un magistral article de M. le professeur Leguen le principe de la méthode d'Heitz-Boyer.

« Dès que le courant passe, on voit l'étincelle se détacher de l'extrémité de la sonde si elle est en pointe, irradier à son pourtour si elle est arrondie, et tout de suite le trouble se fait dans le liquide autour de l'électrode et aux dépens de la tumeur. Ce courant est lui-même composé de plusieurs choses : d'abord d'un abondant développement de bulles gazeuses extrêmement fines, qui remontent vers les parties supérieures de la vessie et se meuvent en divers sens autour de la sonde. Il est fait aussi de la mobilisation de parties détachées de la tumeur mobilisées sous la violence de l'étincelle. En quelques secondes on ne voit plus qu'un tourbillon lumineux dans lequel la lueur de l'étincelle devient même de moins en moins visible. Quand on arrête le courant après quelques minutes d'application,

on trouve dans le liquide de petites parcelles de la tumeur en assez grand nombre. Et en regardant avec un cystoscope ordinaire, on voit la surface de la tumeur anfractueuse, déchiquetée, irrégulière, creusée sur une faible étendue ».

Et voici l'expérience que M. le professeur Leguen a répétée souvent et qui a servi de point de départ à nos expériences personnelles.

« Sur un fragment de viande de boucherie déposé au fond d'un cristalliseur rempli d'eau, nous déposons, toujours dans l'eau, un fragment de tumeur vilieuse enlevée de la vessie par taille hypogastrique et du volume d'une noisette. Le cristalliseur est mis en communication avec le sol. Nous faisons alors passer le courant. J'approche l'électrode d'Heitz-Boyer de la tumeur et je la maintiens à une distance de 2 à 3 millimètres. L'étincelle jaillit dans l'eau: un courant de bulles gazeuses s'étend de la tumeur à l'électrode et diffuse à son pourtour. Ce ne sont que des bulles de vapeur d'eau qui troublent le champ, mais pas assez pour que nous ne puissions voir exactement ce qui se produit: or, la tumeur se recroqueville, elle revient sur elle-même, diminue sensiblement de volume, et d'autant plus que l'on prolonge cette épreuve, en promenant l'étincelle à la surface de la tumeur et sans la toucher. A la fin la tumeur a ramassé sur elle-même ses franges, elle est plus petite, sa coloration a changé, de rose elle est devenue plus blanche, plus jaune. Elle subit donc une modification de son tissu, mais de son tissu en bloc sans morcellement, sans fragmentation. Pour avoir l'éclatement de la tumeur, il faut entrer en contact avec elle: alors on la voit éclater, pour ainsi dire, sous la poussée de l'étincelle et se déchirer en petits fragments qui se répandent dans le liquide. C'est le phénomène bien vu par Heitz-Boyer et

Cottenot quand ils parlent de la pulvérisation des tumeurs.

» Mais je ne crois pas que ce phénomène soit indépendant de la coagulation. Ces courants agissent, comme ceux de Beer, en produisant d'abord la coagulation, reconnaissable au changement de couleur de la tumeur, à son recroquevillement, à sa rétraction sur elle-même.

» La coagulation est réalisée avec ou sans contact; la pulvérisation, l'action mécanique accompagne ou suit la coagulation, et n'existe jamais si intense que s'il y a pénétration de l'électrode au milieu des franges de la tumeur. On voit alors en effet des parties indurées de la tumeur soulevées par l'effort du courant jusqu'à ce qu'elles éclatent ».

La conclusion de ces expériences est que la méthode de l'étincelage produit malgré tout des effets thermiques de coagulation tissulaire que nous avons pu constater nous aussi, et que, dans leur communication à l'Association française d'Urologie de 1911, MM. Heitz-Boyer et Cottenot avaient d'ailleurs reconnus, puisqu'ils y parlent de « l'élévation considérable de température sur la cellule épidermique que frappe l'étincelle ». Ces auteurs ajoutent: « Si l'on examine les pièces au microscope, on voit un piqueté très fin, noir, répondant à la formation de grains de charbon tout à fait superficiels ».

Cette coagulation, reconnue par les auteurs de la méthode, est facile à mettre en évidence, en soumettant, par exemple, un sac de viscose rempli d'albumine d'œuf à l'action de l'étincelle de haute tension et de faible intensité, donnée par l'appareil de M. Heitz-Boyer. Comme le comporte sa méthode: l'étincelle éclate dans l'eau distillée à 2 millimètres environ du sac de viscose totalement immergé dans le liquide. On observe aisément dans ces conditions une coagulation de l'albumine, en même temps

que le déchirement du sac. Mais ces phénomènes réels de coagulation sont presque toujours masqués par d'autres phénomènes appelés disruptifs que nous allons essayer de ramener à des phénomènes de même ordre.

Expérimentation personnelle

Faute d'avoir toujours sous la main des fragments de tumeurs vésicales, et afin de nous placer dans des conditions identiques pour toutes nos expériences, nous nous sommes servi d'épaisses tranches de tissu relativement homogène (fibro-myome utérin). Voici le schéma et les résultats des expériences que nous avons poursuivies, nous servant toujours de l'appareil de M. Heitz-Boyer, avec la collaboration de notre ami M. J. Bardon, aide-préparateur de physique biologique à la Faculté de médecine de Montpellier, qui nous a apporté ses connaissances scientifiques et l'ingéniosité qui ont permis de réaliser les expériences que nous allons exposer.

EXPÉRIENCE I

Schéma de l'expérience I

- A. — Action des courants de haute fréquence sans utiliser le résonnateur d'Oudin. Forte intensité, faible potentiel.
- | |
|---|
| 1° Dans l'air; |
| 2° A travers 2 millimètres d'eau distillée. |
- B. — En utilisant le résonnateur d'Oudin avec son maximum d'effet. Faible intensité, très haut potentiel.
- | |
|---|
| 1° Dans l'air; |
| 2° A travers 2 millimètres d'eau distillée. |

Dans toutes ces expériences, nous avons employé la méthode bipolaire. La durée de l'étincelage est comparable pour chaque expérience. Nous nous sommes placés dans des conditions identiques dans chaque application, faisant seulement varier un facteur, le milieu dans lequel éclate l'étincelle.

Dans la première expérience (A) nous utilisons surtout l'action de l'intensité, dans la seconde (B) nous utilisons l'action de la tension; et il nous est facile d'utiliser l'un ou l'autre caractère du courant de haute fréquence, car la puissance d'un appareil générateur est le produit de ces deux facteurs: tension et intensité; si l'un augmente, l'autre diminue.

A. — Dans la *première expérience*, voulant faire agir exclusivement l'action de l'intensité, nous augmentons cette intensité aux dépens de la tension, qui devient négligeable. Pour cela nous avons enfoncé la fiche dans la borne n° 1 de l'appareil de M. Heitz-Boyer, désignée encore par la mention *diathermie*. Nous plaçons le commutateur rotatif à plat sur le maximum, 20.

« Action de l'intensité = action surtout thermique ».

B. — Dans la *seconde expérience*, voulant faire agir l'action de la tension à l'exclusion de celle de l'intensité, nous avons placé la fiche de l'électrode active dans la borne n° 4, utilisant tout le résonateur d'Oudin, avec une très faible intensité.

« Action de la tension = action surtout mécanique, de dislocation moléculaire suivant le mot d'Oudin ».

Pour chaque expérience, nous avons étincelé dans l'air d'abord et puis dans l'eau. Examinons et comparons les résultats obtenus.

Résultats

1° *Dans l'air* (fig. 1 et 2, portion a). — Les parties des pièces soumises à l'action de l'étincelle dans l'air tant dans l'expérience A que dans l'expérience B :

a) Présentent une coloration blanc-jaunâtre qui tranche nettement sur le blanc nacré du fibrome ;

b) Les surfaces étincelées sont racornies ;

c) Pas de dissociation cellulaire apparente ;

d) Ces altérations qui traduisent nettement la coagulation des tissus sont beaucoup moins prononcées et étendues tant en surface qu'en profondeur dans la seconde expérience où l'intensité du courant était plus faible (fig. 2).

2° *Dans l'eau* (fig. 1 et 2, portion b). — Les parties étincelées dans l'eau distillée :

a) Ont pris une teinte blanc mat ;

b) Sont très friables ;

c) Sont fortement déchiquetées : leur surface rappelle l'aspect de celle d'un chou-fleur ;

d) Ces altérations sont beaucoup moins prononcées sur la pièce étincelée à haut potentiel et faible intensité (fig. 2, portion b).

Conclusion

En présence de ces faits, il nous paraît rationnel de conclure que :

1° L'eau interposée joue un rôle essentiel dans cette action de dissociation cellulaire, qui ne se produit d'ailleurs que lorsque l'étincelle éclate à très petite distance de la tumeur dans l'eau distillée.

2° L'importance de ce phénomène disruptif paraît être en raison inverse de la valeur du potentiel de l'étincelle et en raison directe de l'intensité de cette même étincelle.

EXPÉRIENCE II

Poussant plus loin nos investigations, nous avons, dans une seconde série d'expériences, cherché à préciser la part qui revenait à l'eau et à l'étincelle dans la production des effets calorifiques et mécaniques observés.

Nous aurions voulu pouvoir faire des mesures rigoureuses de température au point frappé par l'étincelle. Ce qui nous a été impossible : les procédés ordinairement employés étant ici inapplicables.

Il s'agit en effet de températures considérables, mais les quantités de chaleur mises en jeu sont relativement faibles, de même que sont minimales les points d'application de ces températures.

Outre que les indications du thermomètre à mercure sont faussées par les courants de Foucault qui se développent dans la masse du mercure sous l'influence du champ électrique puissant auquel il est soumis au cours d'une pareille mesure ; tous les autres thermomètres sont inaptes à la mesure de ces températures, en raison de leurs dimensions.

« Pour avoir un moyen de contrôle précis, il faudrait recourir, comme le faisaient Doyen et de Martel, à l'emploi d'aiguilles thermo-électriques », comme le signale M. Heitz-Boyer dans une note de son rapport de 1920 à la *Société de Chirurgie*. Mais lui répondait alors M. de Martel : « J'ai eu l'idée, ce qu'à ma connaissance Doyen n'avait pas fait, de contrôler la répartition de la chaleur dans

les tissus à l'aide d'aiguilles thermo-électriques, et j'ai vu que cette répartition est très inégale et très imprévue, le point sur lequel est appliqué l'électrode étant à une plus faible température que des points très distants de là ». Ne retenons de ces constatations intéressantes que ce seul fait : les aiguilles thermo-électriques ne sont pas susceptibles de donner de meilleures indications dans ces mesures de température, étant éminemment sensibles à l'action d'un champ électrique. Elles sont tellement affolées que, au contact de l'électrode, là où se produit la carbonisation, M. de Martel a pu trouver la température la moins élevée.

Ne pouvant mesurer ces élévations de température, nous avons été obligés de les constater simplement en projetant l'étincelle de haute fréquence sur un corps facilement inflammable, et nous avons pu brûler une tige d'allumette avec l'étincelle de haute tension et de faible intensité après une très courte application (étincelle froide de Heitz-Boyer et Cottenot).

Pour pouvoir enregistrer à côté des effets calorifiques les effets mécaniques, nous avons pris un *corps fusible* en même temps que peu élastique, mais très *malléable*. Nous l'avons enfin choisi bon conducteur de l'électricité, car en admettant que l'étincelle puisse avoir une action mécanique disruptive sans l'intermédiaire d'un autre agent physique, cette action n'est signalée que sur les corps dits « diélectriques ».

Ce besoin de fusibilité, de malléabilité et de conductibilité nous a fait choisir l'étain en feuilles laminées de 0 millim. 2 d'épaisseur.

Comme dans l'expérience I, la méthode bipolaire a été choisie.

Les feuilles d'étain étant intimement appliquées par leurs marges sur une large électrode de plomb, dite électrode indifférente, nous avons réalisé une nouvelle série

d'expériences dans les mêmes conditions que pour la première série: l'étain remplaçant les tranches de fibrome. Nous avons employé un courant de forte intensité et de faible potentiel dans l'air et dans l'eau; puis un courant de haut potentiel dans l'air et dans l'eau.

Schéma de l'expérience II

- A. — Sans utiliser le résonateur d'Oudin. Forte intensité, faible potentiel. $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{ Dans l'air;} \\ 2^{\circ} \text{ A travers 2 milli-} \\ \text{mètres d'eau distil-} \\ \text{lée.} \end{array} \right.$
- B. — Le résonateur d'Oudin $\left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{ Dans l'air;} \\ 2^{\circ} \text{ A travers 2 milli-} \\ \text{mètres d'eau distil-} \\ \text{lée.} \end{array} \right.$
donnant son maximum d'effet.
Faible intensité, potent. élevé.

Résultats

1° DANS L'AIR. — a) *A forte intensité.* — Les feuilles d'étain étincelées dans l'air à forte intensité sont perforées par volatilisation du métal au point d'application de l'étincelle, comme en témoigne l'aréole de fusion qui entoure chaque perforation, et l'aspect du métal qui a coulé sous un jet d'étincelles un peu nourri (fig. 3).

b) *A faible intensité et haut potentiel.* — Les feuilles d'étain, soumises à l'action d'étincelles à faible intensité et très haut potentiel, présentent seulement un léger piqueté de volatilisation sans perforation (fig. 4).

2° DANS L'EAU. — a) *A forte intensité.* — Les feuilles étincelées dans l'eau à forte intensité sont perforées et la nature des perforations dénote la violence du phénomène.

EXPÉRIENCE I

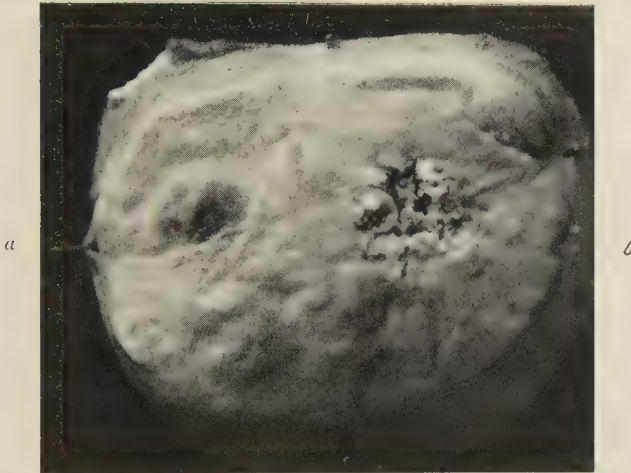


Fig. 1 — Tranche de tissu soumise à l'action d'une étincelle de forte intensité ; la portion (a) a été étincellée dans l'air, la portion (b) a été étincellée dans l'eau.

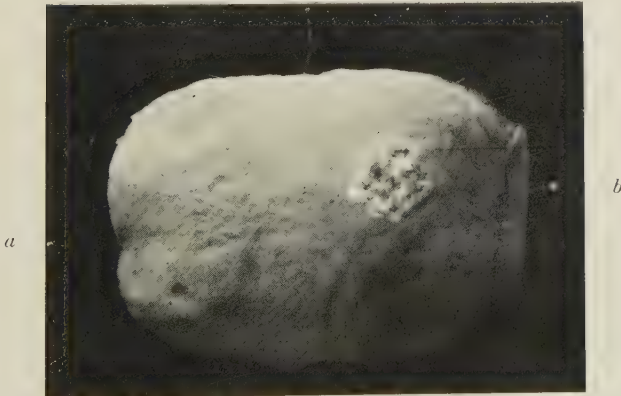


Fig. 2. — Tranche de tissu soumise à l'action d'une étincelle de faible intensité et de haut potentiel ; la portion (a) dans l'air, la portion (b) dans l'eau. L'étincelle qui a éclaté dans l'air n'a déterminé qu'une coagulation superficielle des protoplasmas tissulaires. L'étincelle qui a éclaté dans l'eau a produit un véritable déchiquetage des tissus, mais moins marqué que dans l'expérience précédente où l'intensité du courant était plus forte.

EXPÉRIENCE II



Fig. 3. — Feuille d'étain étincelée dans l'air à forte intensité (sans résonnateur). Fusion du métal et perforation consécutive.



Fig. 4. — Feuille d'étain étincelée dans l'air à faible intensité, haut potentiel (avec résonnateur). Faible piquete sans fusion ni perforation.

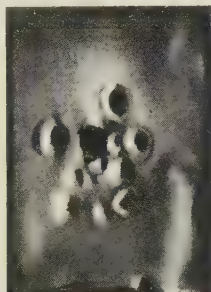


Fig. 5. — Feuille d'étain étincelée dans l'eau à forte intensité (sans résonnateur). Le métal a été embouti fortement et largement perforé.

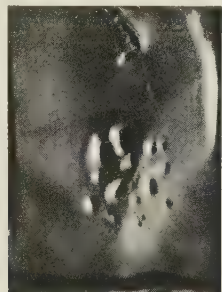


Fig. 6 — Feuille d'étain étincelée dans l'eau à faible intensité, haut potentiel (avec résonnateur). Le métal a été moins fortement embouti.

CONTRE-EXPÉRIENCE



Fig. 7

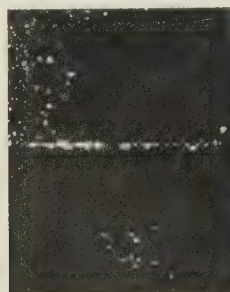


Fig. 8

Fig. 7 et 8. — Feuille d'étain reposant par sa portion (a) sur l'électrode large préalablement mouillée, la portion (b) libre dans l'air. La figure 8 montre par transparence les perforations de la feuille d'étain représentée sur la figure 7.

Les perforations sont étendues, à bords déchirés et embouties toutes dans le même sens. Elles ont l'aspect d'une plaque de tôle traversée par des balles de revolver.

b) *A faible intensité, haut potentiel.* — En faisant agir des étincelles de faible intensité et de haut potentiel, les phénomènes ne sont plus aussi intenses. On ne constate plus d'arrachements aussi violents. La plaque d'étain est légèrement emboutie au point où l'on fait éclater l'étincelle, comme si le métal avait été repoussé, formant de petits godets, de petites dépressions toutes orientées dans le même sens; donnant vraiment l'impression d'une action mécanique de l'étincelle. Nous verrons ce qu'il faut penser de ce phénomène.

3° CONTRE-EXPÉRIENCE. — Jusqu'ici nous avons constaté que les phénomènes mécaniques ne se produisaient que dans l'eau, et qu'ils étaient d'autant plus violents que plus grande était l'intensité du courant produisant les étincelles. C'est un grand point pour établir le rôle nécessaire de l'eau dans le phénomène; mais ce milieu n'a-t-il qu'un rôle secondaire, agissant sur l'étincelle pour en modifier les effets? C'est ce que va, nous semble-t-il, établir la contre-expérience suivante.

Une des feuilles d'étain rectangulaire repose par moitié sur l'électrode dite indifférente, préalablement polie et mouillée. Une très mince couche d'eau sépare donc la feuille de l'électrode au niveau de leur juxtaposition. L'autre portion de la feuille est libre dans l'air.

On fait agir l'étincelle sur la portion libre de la feuille d'étain. Celle-ci fond au point étincelé, tandis que l'autre moitié reposant sur l'électrode indifférente et séparée d'elle par une mince couche d'eau, est presque instantanément percée de trous et présente de petites boursouflures.

Toutes ces boursofflures sont orientées dans le même sens.

Il n'en existe que sur la portion reposant sur l'eau.

Elles ont leur concavité tournée du côté opposé à la petite électrode, donc du côté où se trouvait la mince couche d'eau.

Conclusions

Telles sont les séries d'expériences que nous avons effectuées. D'après leurs résultats nous nous croyons autorisés à formuler les conclusions suivantes :

1° En aucune façon, ces effets mécaniques ne peuvent être considérés comme résultant d'une transformation directe de l'énergie électrique, car le courant de haute fréquence est un courant alternatif, et l'étincelle éclate en changeant de sens, alors que la force mécanique, dont nous avons envisagé les effets, est de sens constant.

2° L'importance de ces phénomènes mécaniques est fonction, non pas du potentiel, mais bien de l'intensité du courant employé.

Voici comment nous essayons d'expliquer avec preuves à l'appui le phénomène disruptif. Il s'agit pour nous d'un phénomène thermique : c'est l'échauffement considérable du petit volume de liquide traversé par l'étincelle et porté par elle brusquement à une tension de vapeur relativement élevée qui détermine dans l'eau une véritable série d'explosions.

A côté de ce phénomène mécanique, en partie au moins dû indirectement à l'action thermique de l'étincelle de haute fréquence et masquée par lui, nous avons vu qu'il y avait une action directement thermique de l'étincelle sur

les tissus, dont le résultat est leur coagulation plus ou moins intense.

Ces deux effets, dislocation cellulaire et coagulation, sont concomitants et varient tous les deux dans les mêmes conditions, suivant les mêmes facteurs. Ils suivent les variations de l'intensité du courant employé.

CHAPITRE IV

CHOIX D'UNE MÉTHODE

On a reproché à l'électro-coagulation d'être une méthode aveugle, de produire des effets à distance, des brûlures graves loin du point d'application de l'électrode. M. de Martel, grand partisan de cette méthode, n'a pas craint de signaler ces dangers de « brûlures à distance et de nécroses inattendues ». Voilà des résultats qui, incriminés à la méthode d'application directe, en feraient une méthode redoutable, même dans les mains des plus habiles et entraîneraient son abandon. Heureusement, nous avons le moyen de nous rendre maîtres de la direction du courant dans les tissus aussi bien que de sa pénétration.

Comme nous l'avons dit au cours de cette étude, quelle que soit la méthode employée, l'application doit toujours être *bipolaire*. Il importe d'en expliquer les raisons.

Dans l'application unipolaire, le courant de haute fréquence passant de l'électrode dans les tissus suit un trajet rectiligne, à moins qu'il ne soit attiré vers un point où se produit un contact à la terre. Ce contact à la terre peut être produit par la table d'opération, par le chirurgien lui-même ou son aide produisant une dérivation du courant au moyen d'instrument métallique, pince ou écarteur placé à distance du point d'application.

Nous avons grossièrement produit des lésions expérimentales de ce genre. Une épaisse tranche de tissu soi-

gneusement isolée a été soumise à un étincelage intense dans l'air. La coagulation a été strictement limitée à la zone étincelée, et ne pénétrait que peu profondément dans la masse.

Une pince de Kocher, reliée au sol, a été alors appliquée à une dizaine de centimètres du point étincelé, pinçant le bord de la tranche, et nous avons constaté :

1° Que la brûlure dans la zone étincelée restait toute superficielle;

2° Qu'un sillon superficiel de coagulation reliait cette zone au point d'application de la pince;

3° Qu'en ce point la coagulation était très intense.

Ces accidents peuvent survenir aussi bien dans le cas d'étincelage que dans l'électro-coagulation. Mais tandis qu'ils sont négligeables dans l'étincelage où l'intensité des phénomènes est moindre, ils sont redoutables dans le cas de l'électro-coagulation car les effets obtenus sont plus intenses. C'est la raison pour laquelle on les a imputés à l'application directe, qui n'en est pas responsable. Ces accidents doivent et peuvent être facilement évités par l'emploi généralisé d'ailleurs de l'application bipolaire, ainsi que par l'emploi d'écarteurs isolés comme ceux que M. Jeanbrau a fait recouvrir de vulcanite.

La méthode bipolaire est donc plus prudente, comme nous venons de le voir, et plus rationnelle puisqu'elle utilise plus complètement l'énergie produite par l'appareil générateur.

Ce premier point, la technique opératoire varie suivant la nature, le volume et le siège des tumeurs.

S'agit-il de tumeurs supposées bénignes, pédiculées : l'opération de choix est l'électro-coagulation, par les voies naturelles, en appliquant l'électrode sur le pédicule pendant 20 à 30 secondes. La tumeur papillomateuse est-elle

trop volumineuse, située trop près du col pour qu'il soit facile de l'atteindre; saigne-t-elle par le seul passage du cystoscope; est-elle trop près d'un méat urétéral: la taille sus-pubienne est indiquée, l'emploi du courant de haute fréquence vient ensuite pour terminer l'œuvre du bistouri, ou comme traitement consécutif de récidives si fréquentes.

Pour les tumeurs infiltrées, la cystectomie partielle ou totale est bien indiquée, mais c'est une très grosse opération, et l'on est en droit de recourir à la méthode palliative: taille hypogastrique, curage, radiumthérapie, application du courant de haute fréquence.

Dans l'un et l'autre cas, si l'on emploie le courant de haute fréquence, c'est, à notre avis, sous forme d'électrocoagulation, d'application directe, méthode qui a donné de si bons résultats. Comme le fait d'ailleurs M. Heitz-Boyer systématiquement pour la section du pédicule des tumeurs bénignes et pour le grillage des tumeurs infiltrées. L'auteur réserve avec juste raison l'emploi des étincelles quand il agit sur la paroi vésicale pour détruire la racine du pédicule, les récidives au début, les petites tumeurs multiples sorte de papillomatose vésicale. Ce « curettage vésical » par étincelle est encore utile dans le traitement des ulcérations de cystites invétérées simples, bilharziennes ou tuberculeuses.

En aucun cas, il ne nous a paru nécessaire d'élever excessivement la tension au moyen du résonnateur d'Oudin; le réglage seul de l'intensité du courant permet, nous semble-t-il, de varier avec précision les effets à obtenir.

CHAPITRE V

CONCLUSIONS

I. — Les courants de haute fréquence peuvent être employés de deux manières dans le traitement des tumeurs de la vessie: en application directe, électro-coagulation, méthode de Doyen-Beer; à distance, étincelage, méthode de Heitz-Boyer. Dans l'un et l'autre cas le courant agit surtout par la chaleur qu'il développe.

II. — Dans la méthode d'étincelage de Heitz-Boyer, les phénomènes disruptifs sont dus à l'interposition de l'eau entre l'électrode et la tumeur, puisqu'ils ne se produisent qu'en milieu liquide. Et c'est encore la chaleur due au courant électrique qui vaporise la petite goutte d'eau dont la pression mécanique détruit l'ordonnance intime des tissus, en les portant à une température proportionnelle à l'intensité du courant employé.

III. — Ces phénomènes disruptifs sont en raison directe de l'intensité du courant.

IV. — L'électro-coagulation n'est pas responsable des dégâts commis à distance du point traité. On peut facilement les éviter par l'application bipolaire avec une large électrode indifférente, qui permet de localiser la densité du courant et de surveiller la profondeur des destructions, en réglant l'intensité du courant.

V. — L'électro-coagulation de Doyen-Beer et l'étincelage de Heitz-Boyer employés prudemment sont destinés à rendre de très grands services en urologie. Destruction des tumeurs bénignes, et destructions itératives de récidives de tumeurs par les voies naturelles, destruction des papillomes de l'uretère, cautérisation d'ulcérations tuberculeuses de la vessie, « curettage électrique » de la vessie (Heitz-Boyer), suppression de polypes de l'urètre, telles sont les principales indications qui ressortissent actuellement à cette méthode thérapeutique, destinée à étendre encore son champ d'action.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1891 ARSONVAL (D'). — Action physiologique des courants alternatifs. *Société de biologie*, 2 mai.

1893 — Influence de la fréquence des courants alternatifs sur leurs effets physiologiques. *C. R. Académie des sciences*, 20 mars.

LOUDIN. — Action analgésique des courants de haute fréquence. *Bulletin officiel d'électrothérapie*, 13 mai.

1894 PARSONS. — Première application de l'étincelle. *Bull. de la Soc. de dermatologie*, 3 août.

1897 LOUDIN et BARTHELEMY. — Traitement des affections de la peau et des muqueuses par l'électricité (courants de haute fréquence et de haute tension). Congrès de Moscou, in *Presse Médicale*, 11 octobre.

1902 IMBERT (L.) et DENOYÈS (J.). — Note sur le traitement des tuberculoses chirurgicales par le courant de haute fréquence. *Gazette des hôpitaux*, 6 février.

DENOYÈS (J.). — Les courants de haute fréquence, propriétés physiques, physiologiques et thérapeutiques. *Thèse de Montpellier*.

PASTEAU. — Extirpation des tumeurs avoisinant l'orifice urétéral. *Assoc. franç. d'urolog.*, p. 551.

- 1905 OUDIN. — Traitement de petits épithéliomas par l'étincelle de résonnance. *Société franç. d'électrothérapie*, juin.
- 1906 KEATING-HART. — Un nouveau mode de traitement du cancer. *Congrès international d'électrologie et radiographie de Milan*, 7 octobre.
- 1907 POZZI. — Sur un mémoire de Keating Hart, concernant l'action des courants de haute fréquence et de haute tension dans le traitement du cancer. *Bull. de l'Académie de médecine*, Paris, p. 186.
- 1908 KEATING-HART. — Rapport sur l'action de l'étincelle sur les tissus. *Congrès international d'électricité*, Marseille, 18 septembre.
- 1909 ZIMMERN. — La fulguration. *Actualités médicales*.
WEINRICH. — Extirpation endovésicale des tumeurs de la vessie au moyen d'un cystoscope; opération de Nitze. *Assoc. franç. d'urol.*, p. 148.
DIACONO. — Traitement électro-chirurgical des cancers de la face (fulguration). *Thèse de Montpellier*.
- MARION. — Tumeur de la vessie inopérable traitée par le curetage et la fulguration. *Bulletin et mémoire de la Société de chirurgie*, 2 février.
- 1910 DREVON. — Fulguration et cancer. *Thèse de Montpellier*.
BEER (E.). — Removal of néoplasmes of the urinary bladder. *The journal of medical association*, 28 mai.
- 1911 KEYES. — Traitement des tumeurs de la vessie. *Assoc. d'urol. américaine*, juin.
HEITZ-BOYER et COTTENOT. — Nouvelle méthode de traitement endovésical des tumeurs de la vessie. *Assoc. franç. d'urologie*, 7 octobre.

- 1912 BEER (E.). — Traitement des tumeurs papillomateuses de la vessie par les courants de haute fréquence de Oudin. *The journal of american Association*, vol. LIX, n° 20.
- JUDD. — Résultats du traitement des tumeurs de la vessie. *Idem*.
- LEGUEU et MICHON. — Traitement des tumeurs de la vessie. *Maladie de la vessie et du pénis*, p. 222.
- 1913 HARPSTER. — Les tumeurs de la vessie; publication de quelques cas et revue sur la méthode de traitement par la haute fréquence. *American journal of Surgery*, vol. XXVII, n° 1.
- BEER (Edwin). — Traitement des papillomes bénins de la vessie au moyen du courant Oudin de haute fréquence, introduit dans la vessie à l'aide d'un cystoscope. *Medical record*, traduction *in extenso* in *Revue clinique d'urologie*, par docteur Zäwitz, mai.
- LEGUEU. — De l'électro-coagulation des tumeurs de la vessie. *Archives urologiques de Necker*, 30 juin.
- BINNEY (H.). — Traitement des tumeurs de la vessie par les courants de haute fréquence. *Boston medical and surgical journal*, 27 juin, n. 308.
- ZIMMERN (A.). — La diathermie. *Presse médicale*, n° 85, 18 octobre.
- PILCHER (M.). — Les tumeurs de la vessie. Note sur les méthodes actuelles de traitement. *American journal of Surgery*, vol. XXVII, n° 4, avril.
- SCHNEIDER. — Un cas d'hémorragie secondaire intense après opération d'un papillome vésical avec le courant de haute fréquence. *Zeitschrift f. urologie*, août.

- CASPER. — Le traitement endovésical des tumeurs de la vessie. *Berliner Urologische Gesellschaft*.
- WOLBARST (Abraham-L.). — Papillomes multiples de la vessie obstruant le col vésical, et traité avec succès par la fulguration d'Oudin. *The urologie and Cutaneous Review*, octobre.
- BUGBEE. — Emploi du courant de haute fréquence dans certains cas d'obstruction du col vésical. *The Urologie and Cutaneous Review*, septembre.
- HEITZ-BOYER. — Du traitement mixte de certaines tumeurs vésicales. *Journal d'urolog.*, novembre.
- Technique intravésicale du traitement des tumeurs de la vessie par la haute fréquence. *Journal d'urologie*, décembre.
- LEGUEU. — Traitement des tumeurs de la vessie par les courants de haute fréquence. *Journal des praticiens*, n° 48, 29 novembre.
- 1914 HEITZ-BOYER. — Traitement endoscopique de la tuberculose vésicale par les courants de haute fréquence. *Journal d'urologie*, février.
- Traitement des cystites végétantes et incrustées par la haute fréquence. In *Traité de cystoscopie et de cathétérisme urétral*, par Marion, Heitz-Boyer et Germain, juin.
- ARCELIN et GIULANI. — Utilisation des courants de haute fréquence en urologie. *Lyon Médical*, 24 mai.
- NOGIER. — Applications chirurgicales de la diathermie à certaines affections vésicales. *Lyon médical*, 26 juillet.
- RAYNAUD. — Ulcération tuberculeuse de la vessie traitée par la diathermie. *Lyon médical*, mai.

- DESNOS. — Valeur hémostatique de l'électro-coagulation. *Journal d'urologie*, t. V, n° 6.
- 1915 GERAGHTY (J.-T.). — La fulguration dans le traitement des tumeurs de la vessie. *Transact. of the American urologic Association*, XIV^e Congrès de Baltimore, avril, p. 106.
- 1916 KELLY (Howard) et NEILL (W.). — L'autérisation et fulguration des tumeurs de la vessie. *Journal of american medical Association*, 4 mars, p. 721.
- 1917 COVISA (Sanchez). — Le traitement des tumeurs de la vessie, à propos de quelques cas cliniques. *IV^e Congrès de la Société espagnole d'urologie*, 24 octobre, Madrid.
- BARTRINA. — Traitement des tumeurs de la vessie.
Idem.
- 1918 BAILLE (H.). — Contribution à l'étude du traitement endovésical des tumeurs de la vessie par les courants de haute fréquence. *Thèse de Lyon*.
- KRETSCHMER (H.-L.). — Fulguration des tumeurs de la vessie, technique, durée, mode d'application, valeur diagnostique du courant de haute fréquence. *Surg. chir. of Chicago*, août.
- 1919 MARION (G.). — De l'étincelage des papillomes de l'uretère. *Journal d'urologie*, t. VIII, n° 3.
- MICHON. — Diagnostic et traitement des papillomes vésicaux. *Journal de médecine et chirurgie pratique*, 25 mars.
- PAPIN (E.). — Traitement moderne des tumeurs de la vessie. *La médecine*, n° 1, octobre, p. 35.
- SCHMIDT (Louis). — Haute fréquence et diathermie pour les tumeurs de la vessie. *The urol. and Cutaneous Review*, vol. XXIII, n° 9, septembre, p. 527.

THOMAS (B.-A.). — Observation sur le traitement des tumeurs de la vessie par l'électricité. *New-York medical journal*, t. CX, p. 833.

NICOLISCH. — Electro-coagulation endovésicale des papillomes de la vessie. *Clin. chir.*, p. 609.

HEITZ-BOYER. — Traitement des tumeurs de la vessie par la haute fréquence. *XVI^e Congrès franç. d'urologie*, octobre.

— Emploi de la haute fréquence contre l'hypertrophie de la prostate. *XX^e Congrès franç. de chir.*, octobre.

1920 HEITZ-BOYER. — Curetage électrique de la vessie. *Soc. de chir.*, avril.

— Emploi des courants de haute fréquence pour la destruction des tumeurs de la vessie; Utilisation de ces courants en chirurgie urinaire et générale. *Bull. et mém. de la Soc. de chir. de Paris*, n^o 17, mai, p. 475.

MARTEL (DE) et MICHON. — A propos de la communication de M. Heitz-Boyer: électro-coagulation. *Idem*.

PERRIER (C.). — Traitement endoscopique des tumeurs de la vessie par les courants de haute fréquence. *Rev. méd. Suisse rom.*, p. 313.

JEANBRAU. (E.). — Présentation de l'écarteur de Legueu isolé pour pratiquer l'électro-coagulation dans la vessie ouverte. *Ass. franç. d'urol.*, octobre.

GENOUVILLE et LACAILLE. — Traitement des tumeurs vésicales par la diathermie. *Assoc. franç. d'urologie*, octobre.

1921 JEANBRAU (E.). — Traitement des tumeurs de la vessie. In *Précis pathologie chirurgicale*, t. IV, p. 133, 3^e édition.

GAYET (G.). — Les traitements modernes des tumeurs de la vessie. *Lyon médical*, 10 février, p. 97.

En ma qualité de Censeur de tour,
j'ai lu la Thèse ayant pour titre:
Les courants de hautes fréquence en urologie, par M. Jacques COULAZOU.

Je pense que la Faculté peut en
permettre l'impression.

Montpellier, le 7 juillet 1921.

Le Professeur,

JEANBRAU.

Vu :

Montpellier, le 9 juillet 1921.

Le Doyen,

E. DERRIEN.

Vu et permis d'imprimer :

Montpellier, le 9 juillet 1921.

Le Recteur,

Jules COULET.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples, et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque!
